

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

## METHOD OF FORMING CONTACT HOLE

Patent Number: JP8195380  
 Publication date: 1996-07-30  
 Inventor(s): TATSUMI TETSUYA  
 Applicant(s): SONY CORP  
 Requested Patent: ☐ JP8195380  
 Application Number: JP19950003724 19950113  
 Priority Number(s):  
 IPC Classification: H01L21/3065; H01L21/28  
 EC Classification:  
 Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To provide a method of forming a contact hole which is 0.2 $\mu$ m or less in diameter and capable of improving wiring material in buried characteristics.  
**CONSTITUTION:** At a first step as shown in Fig. (a), a resist mask 3 is formed on an SiO<sub>2</sub> layer 2 provided onto the surface of an Si board as a ground layer, and a hole 3a is bored in the resist mask 3. At a second step as shown in Fig. (b), plasma of C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> gas liable to deposit is used, and the SiO<sub>2</sub> layer 2 located just under the hole 3a is not etched with the plasma but CF polymer produced from the plasma is made to deposit on the inner wall of the hole 3a as a deposit 4 to narrow the hole 3a in diameter. At a third step as shown in Fig. (c), a contact hole 5 is bored in the SiO<sub>2</sub> layer 2 just under the hole 3a by etching using the resist mask 3 and the deposit 4 as a mask.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

AN

(19) 日本公開特許公報 (J P)

(10) 公開特許公報 (A)

(11) 特許公報公開番号

特開平8-195380

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int. Cl.  
H01L 21/3005  
21/28  
H01L 21/302

審査請求 未付 特許料の支払 (1) (全 / 限)

(21) 出願番号 特願平7-8774

(71) 出願人 SONY CORP.

(22) 提出日 平成7年(1995)1月13日

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7-35号

(72) 発明者 阪田 伸也

東京都品川区北品川6丁目7-35号 ソニ

ー株式会社内

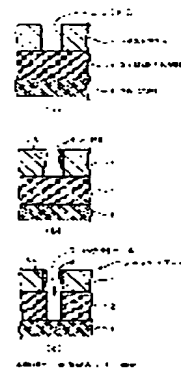
(73) 代理人 弁護士 鈴木 隆司

(54) 発明の名称 コンタクトホール形成方法

# 【要約】

【目的】 径が0.2μmクラスまたはそれ以下と微細で、しかも高融解材料の埋込み特性を向上できるコンタクトホールの形成方法を提供すること。

【構成】 図1(a)に示す第1工程では、基体としてのSiの基板1表面に設けた下地層としてのSiO<sub>2</sub>層2上にレジストマスク3を形成した後、レジストマスク3に孔3aを設ける。次いで、図1(b)に示す第2工程ではC<sub>4</sub>H<sub>8</sub>ガスなる堆積性ガスのプラズマを用い、孔3aの直下に位置するSiO<sub>2</sub>層2をそのプラズマでエッチングすることなく、プラズマから生成されるCF系ポリマーを孔3aの側壁に堆積させてこの堆積物4により孔3aの径を狭める。そして図1(c)に示す第3工程では、レジストマスク3と堆積物4とをエッチングマスク6にしたエッチングにより、孔3aの直下のSiO<sub>2</sub>層2にコンタクトホール5を形成する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体表面に設けた下地層上にマスクを形成した後、該マスクに孔を設ける第1工程と、堆積性ガスのプラズマを用い、前記孔の直下に位置する下地層を該プラズマでエッチングすることなく、前記プラズマから生成される生成物を前記孔の側壁に堆積させて前記孔の径を決定する第2工程と、前記マスクと前記堆積物とをエッチングマスクにしたエッチングにより、前記孔の直下の下地層にコンタクトホールを形成する第3工程とを有していることを特徴とするコンタクトホールの形成方法。

【請求項2】 基体表面に設けた下地層上にマスクを形成した後、該マスクに孔を設ける第1工程と、堆積性ガスのプラズマを用い、該プラズマから生成される生成物を前記孔の側壁に堆積させて前記孔の径を決定するとともに、前記孔の直下の下地層に上方に向かって拡径するテーパ状の凹部を形成してコンタクトホールの上部側を形成する第2工程と、前記マスクと前記堆積物とをエッチングマスクにしたエッチングにより、前記凹部底面の直下の下地層に開孔を設けて前記コンタクトホールの下部側を形成する第3工程とを有することを特徴とするコンタクトホールの形成方法。

【請求項3】 前記堆積性のガスには、フルオロカーボン系ガスを用いることを特徴とする請求項1または2記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項4】 前記生成物は、フルオロカーボン系ガスを高密度プラズマで解離させることによって生成されるものであることを特徴とする請求項1ないし3いずれか1項に記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項5】 前記プラズマは、イオンエネルギーを発生させるプラズマからなり、前記イオンエネルギーを調整することによって、前記堆積物の厚みを制御するとともに前記孔の底面に堆積される堆積物を除去することを特徴とする請求項1ないし4いずれか1項に記載のコンタクトホールの形成方法。

【請求項6】 前記堆積性のガスに、水素ガスを添加することによって、前記堆積物の厚み方向の方向性を制御することを特徴とする請求項1ないし5記載のコンタクトホールの形成方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、SRAM、DRAM、ASICなどの半導体装置の製造プロセスで用いられる微細なコンタクトホールの形成方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 LSIの高集積化が進むにしたがって、微細加工技術への要求は益々厳しいものとなってきた。ドライエッチング工程においても、高精度の加工を

目指して種々の検討が行われている。そのような流れの中で、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)などの層間絶縁膜にコンタクトホールを形成する加工では、マグネトロン、誘導結合またはヘリコンなどの高密度プラズマ源と、例えばフルオロカーボン(CF)系ガスからなる堆積性ガスとによって発生させたプラズマを用いる方法が一般的となっている。

【0003】 また現在、コンタクトホールの径が0.3μmレベルまでは、エキシマレーザリソグラフィによりコンタクトホール加工用のマスクに孔をパターンニングし、これを用いてエッチング加工することで、図5(a)に示すごとく層間絶縁膜51に、基体50と反対の側に向かって拡径するように若干のテーパ(〜86°)角をつけた所望の径のコンタクトホール52を得ることができている。またその後、コンタクトホール52内へのプランケットタンダステン(W)などの酸蝕材料の埋込み、つまりWプラグの形成なども支障なく行うことが可能である。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記した従来の方法を用いて径が0.2μmクラスまたはそれ以下の微細なコンタクトホールを形成するには、以下に述べるような二つの大きな問題がある。

【0005】 一つは、現在のリソグラフィ技術では、マスクに0.2μmの径の孔を安定して形成することが困難であるという問題である。すなわち、波長が248nmの解像力が高いエキシマレーザを用いたリソグラフィにおいても0.3μmの径の孔の形成が限界であり、解像力の向上を図るべく位相シフト法や、変形照明などの技術の開発がなされているものの実用レベルに達するにはまだ時間が必要である。なお、位相シフト法とは、露光用マスクのパターン近傍に屈折率の異なる層を設け、位相の異なる2つの光の干渉によって信号強度を強くする技術であり、変形照明とは、光源の光強度分布を変化させる技術である。

【0006】 また、より短波長の光を用いるフッ化アルゴン(ArF)エキシマレーザや電子線(EB)などを使用するリソグラフィ法も検討されているが、前者は実用機が未だなく、後者はスループットが遅いという問題が解決できていないため、これらを使用することは難しい。したがって、現在、実用レベルにあるマスクには、径が0.2μmクラスまたはそれ以下の孔が形成されているものはないと言える。

【0007】 もう一つの問題は、仮にマスクに0.2μmの径の孔を形成できても、従来のエッチング加工によって図5(a)に示すようにコンタクトホール52の側壁に例えば86°のテーパ角をつけた場合には、コンタクトホール52の基板50側の径が0.1μmと小さくなってしまい、コンタクト抵抗が増大することである。これを防ぐためには、図5(b)に示すように側壁

のテーパ角を例えば $89^\circ$ 以上とより垂直に近い角度に加工する必要があるが、その場合には、コンタクトホール53内に埋入もうとするプランケット-Wなどの溶融材料のカバレッジ性の問題からプラグの形成が困難になる可能性がある。

【0008】すなわち図5(c)に示すように、アスペクト比が高くかつ側壁が垂直に近いコンタクトホール54では、例えばプランケット-W56がその側壁上部付近に先に堆積してしまいコンタクトホール54をふさいでしまうため、プランケット-W56のそれ以上の埋込みができなくなるのである。

【0009】埋込み特性を改善するには、図5(d)に示すように、コンタクトホール55の側壁上部側をテーパ状にすれば良いが、径が $0.2\mu\text{m}$ クラスのコンタクトホール55の側壁上部側をこのように制御良く加工する技術は開発されていない。本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、径が $0.2\mu\text{m}$ クラスまたはそれ以下と微細で、しかも後の埋込み工程における溶融材料の埋込み特性を向上できるコンタクトホールの形成方法を提供することを目的としている。

【0010】課題を解決するための手段 上記目的を達成するために本発明者は、以下に述べる報告に着目し、マスクの孔の径を現在のリソグラフィ技術で安定して得られる寸法に形成して、このマスクの孔の径を狭めることを検討した。

【0011】すなわち、「*Applied Physics Letters*」の報告によれば、誘導結合プラズマ(ICP)をプラズマ源として使用し、堆積性ガスであるオクタフルオロペン(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)ガスを単独で用いた場合、イオンエネルギーを低く抑えると、プラズマ中に生成する高解離の反応生成物の付着確率が高くなって、図4(a)に示すようにSiO<sub>2</sub>層40に形成されているコンタクトホール41の側壁上部側に厚くCF系ポリマー42が堆積する。一方、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスに水素(H<sub>2</sub>)ガスを添加したガス系を採用した場合には、堆積するCF系ポリマー42表面のラジカル移動度がH<sub>2</sub>ガスの添加により増大するため、図4(b)に示すようにコンタクトホール41の側壁に堆積するCF系ポリマー42の厚みはほぼ均一になる。そして本発明者は、上記報告に着目し鋭意研究した結果、本発明を完成させたのである。

【0012】すなわち本発明のコンタクトホールの形成方法は、まず第1工程で基体表面に設けた下地層上にマスクを形成した後、マスクに孔を設ける。次いで、第2工程では堆積性ガスのプラズマを用い、孔の直下に位置する下地層をそのプラズマでエッチングすることなく、プラズマから生成される生成物を上記孔の側壁に堆積させて孔の径を決定する。そして第3工程では、このようなマスクを用いたエッチングにより、上記孔の直下の

地層にコンタクトホールを形成する。

【0013】また本発明の他のコンタクトホールの形成方法は、まず第1工程で基体表面に設けた下地層上にマスクを形成した後、マスクに孔を設ける。次いで、第2工程では堆積性ガスのプラズマを用い、このプラズマから生成される生成物を上記孔の側壁に堆積させて孔の径を決定するとともに、孔の直下の下地層に上方に向かって拡径するテーパ状の凹部を形成してコンタクトホールの上部側を形成する。そして第3工程では、マスクを用いたエッチングにより、上記凹部底面の直下の下地層に開孔を設けてコンタクトホールの下部側を形成する。

【0014】なお、本発明における堆積性ガスには、例えばフルオロカーボン系ガスが用いられる。また上記プラズマから生成される生成物は、例えばフルオロカーボン系ガスを高密度プラズマで解離させることによって生成されるものからなる。また、上記プラズマはイオンエネルギーを発生させるプラズマからなり、このイオンエネルギーを調整することによって、上記孔の側壁に堆積させる堆積物の厚みを制御するとともにその孔の底部に堆積される堆積物を除去することが可能である。さらに上記堆積性ガスに水素ガスを添加することによって、上記堆積物の厚み方向の方向性を制御することができる。

【0015】

【作用】本発明方法では、堆積性ガスのプラズマから生成される生成物を、マスクの孔の側壁に堆積させて孔の径を狭めることにより該径を決定し、次いで、この堆積物と上記マスクをエッチングマスクにしてエッチングするため、該エッチングの際は、孔の直下の下地層に入射するプラズマが堆積物に規制されて、下地層には上記決定された孔の径にほぼ等しい、すなわち上記マスクの元の孔の径よりも小さい径のコンタクトホールが形成される。

【0016】また本発明の他の方法では、堆積性ガスのプラズマから生成される生成物を、マスクの孔の側壁に堆積させて孔の径を狭めることにより該径を決定するとともに、孔の直下の下地層に上方に向かって拡径するテーパ状の凹部を形成してコンタクトホールの上部側を形成した後、マスクの孔の側壁に堆積させた堆積物と上記マスクをエッチングマスクにしてエッチングするため、凹部底面の直下の下地層に入射するプラズマが堆積物に規制されて、下地層にはコンタクトホールの上部側に続いて、上記決定された孔の径にほぼ等しいコンタクトホールの下部側が形成される。つまり、上部側にテーパがつけられておりかつ下部側が元のマスクの孔の径よりも小さい径のコンタクトホールが形成される。

【0017】

【実施例】以下、本発明のコンタクトホールの形成方法の実施例を説明するが、これに先立ち、本発明の第2および第3工程で使用する装置の一例を図3に示す概略構

成図を用いて説明する。

【0018】この装置はいわゆるICP装置30であり、チャンバー31の外周にはアンテナコイル32が巻かれている。アンテナコイル32にはソースパワー電源33が接続されており、また基板1を設置するための電極34には、高周波(RF)バイアス電源35が接続されている。さらにチャンバー31には堆積性ガスの導入管と真空ポンプ(いずれも図示せず)とがそれぞれ接続されている。

【0019】このように構成されるICP装置30では、チャンバー31内を所定の減圧状態にして堆積性ガスをチャンバー31内に導入するとともに、アンテナコイル32に所定の電力を供給することで放電を開始させ、チャンバー31内において堆積性ガスの10<sup>18</sup>~10<sup>20</sup>/cm<sup>3</sup>の高密度プラズマが発生する機構となっている。またRFバイアス電源35から電極34に印加されるRFバイアスの印加によって、電極34(基板1)表面に形成されるイオン加速電界(V<sub>dc</sub>)を制御できるようにしており、このことによって、チャンバー31内で発生させるプラズマとは独立して基板1に入射するイオンのエネルギー(以下、イオンエネルギーと記す)を調整できるようにしている。

【0020】次に、このような装置を用いて行う本発明の一実施例を図1に示す工程図を用いて説明する。なお、ここでは、本発明における基体としてシリコン(Si)の基板を用いるとともに、本発明における下地層として1 $\mu$ mの厚みのSiO<sub>2</sub>層を使用し、さらにマスクとしてレジストマスクを用いた場合について述べる。

【0021】まず図1(a)に示す第1工程では、Siの基板1表面に設けたSiO<sub>2</sub>層2上にレジストマスク3を形成した後、リソグラフィおよびエッチングによってこのレジストマスク3に0.3 $\mu$ mの径の孔3aを形成する。

【0022】次いで図1(b)に示す第2工程では、前述した図3に示すICP装置30を用い、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスからなる堆積性ガスをチャンバー31内に100sccmの流量で導入するとともに、チャンバー31内の圧力を1.3Pa、ソースパワーを1200Wに設定してC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスのプラズマを発生させる。そして、このプラズマの解離反応から生成される生成物を孔3aの側壁に堆積させて孔3aの径を狭め、孔3aの径を決定する。なお、この孔部3aの側壁に堆積させる堆積物4は、XPS(X線光電子分光法)分析によって、炭素(C)とフッ素(F)とからなるCF系ポリマーであることが確認されている。

【0023】またCF系ポリマーからなる堆積物4を堆積する際は、孔3aの直下に位置するSiO<sub>2</sub>層2をC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスのプラズマでエッチングしないようにする。それには、上記のSiO<sub>2</sub>層2のエッチングレートが0になるイオンエネルギーが得られるときの加速電圧(V

$\phi$ )を基準とし、これから例えば $\pm 50$  Vの範囲に加速電圧(V $\phi$ )を制御してCF系ポリマーの堆積を行う。さらに上記イオンエネルギーを調整することによって、孔3aの側壁に堆積される堆積物の厚みを制御するとともに、孔3aの底部に堆積される堆積物4、つまりCF系ポリマーを除去するようにする。ここでは、電極34に5WのRFバイアス電力を供給することにより、V<sub>dc</sub><0、V<sub>dc</sub>=V<sub>dc</sub> $\phi$ = $\pm 50$  Vに設定している。

【0024】そして図1(c)に示す第3工程では、上記のICP装置30を使用し、孔3aの径が狭められたレジストマスク3と堆積物4とをエッチングマスク6にしたエッチングにより、孔3aの直下のSiO<sub>2</sub>層2に、Si基板1に到達するコンタクトホール5を形成する。ここではエッチングガスとして、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスにH<sub>2</sub>ガスを添加したガスを用い、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスの流量を70sccm、H<sub>2</sub>ガスの流量を30sccmとする。また、チャンバー31内の圧力を1.3Pa、ソースパワーを1200Wに設定するとともに、RFバイアス電力を60W(V<sub>dc</sub><0、V<sub>dc</sub>=V<sub>dc</sub> $\phi$ =-250 V)に設定しコンタクトホール5を形成する。

【0025】上記した方法では、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスのプラズマから生成されるCF系ポリマーを、0.3 $\mu$ mの径の孔3aの側壁に堆積させて孔3aの径を狭めるので、実質的には0.2 $\mu$ mの径の孔3aが形成されることになる。そして、このようなレジストマスク3と堆積物4をエッチングマスク6にしたエッチングでは、孔3aの直下のSiO<sub>2</sub>層2に入射するプラズマが堆積物4に規制されるため、SiO<sub>2</sub>層2には狭められた孔3aの径とほぼ等しい、すなわち元の孔3aの径よりも小さい0.2 $\mu$ m径の微細なコンタクトホール5が形成されることになる。

【0026】実際に、上記した条件でコンタクトホール5の形成を行ったところ、0.2 $\mu$ mの微細な径を有し、かつ側壁のテーパ角が89°と露出材料を良好に埋込むことができるテーパ角のコンタクトホール5を形成することができた。したがってこの実施例によれば、既存の0.3 $\mu$ mのリソグラフィ技術を用いても0.2 $\mu$ mクラスまたはそれ以下の微細な径を有し、かつ後の埋込み工程における露出材料の埋込み特性を向上できるコンタクトホール5を形成することができる。

【0027】次に、本発明の他の実施例を図2に示す工程図を用いて説明する。この実施例において、上記実施例と相異なるのは、第2工程において孔3aの側壁にCF系ポリマーを堆積させるとともに、孔3aの直下のSiO<sub>2</sub>層2をエッチングしてコンタクトホール15の上部側を形成する点である。

【0028】すなわち、図2(a)に示す第1工程で、SiO<sub>2</sub>層2上のレジストマスク3に0.3 $\mu$ mの径の孔3aを設けた後、図2(b)に示す第2工程では、前

述した図3に示すICP装置30を用いるとともに、電極34に供給するRFバイアス電力を60W ( $V_{dc} < 0$ ,  $V_{dc} = V_{dc0} = -50V \sim -150V$ ) とする以外は堆積ガス種、流量などを上記実施例の第2工程と同じ条件に設定してC4F8ガスのプラズマを発生させる。そして、このプラズマの解離反応から生成されるCF系ポリマーを孔3aの側壁に堆積させ、このCF系ポリマーからなる堆積物4によって孔3aの径を狭める。また同時に、上記のC4F8ガスのプラズマにより、孔3a直下のSiO<sub>2</sub>層2に、上方に向かって漸次拡径するテーパー状の凹部15aを形成してコンタクトホール15の上部側を形成する。なお、この工程ではC4F8ガスのプラズマ放電を30秒間行う。

【0029】そして図2(c)に示す第3工程では、前述の実施例の第3工程と同じ条件でレジストマスク3と堆積物4とをエッチングマスク6にしたエッチングにより、凹部15a底面の直下のSiO<sub>2</sub>層2に、Si基板1に到達する開口15bを設けてコンタクトホール15の下部側を形成する。

【0030】上記した方法では、前述の実施例と同様に、CF系ポリマーを0.3μmの径の孔3aの側壁に堆積させて孔3aの径を狭めるので、実質的には0.2μmの径の孔3aが形成される。また、このとき電極23に印加する加速電圧V<sub>dc</sub>を、前述の実施例の第2工程で設定した加速電圧V<sub>dc0</sub>より高くしてイオンエネルギーが強いイオン衝撃を受けていわゆるスパッタリング効果によりエッチングされ、上方に向かって漸次拡径するテーパー状の凹部15a、つまりコンタクトホール15の上部側が形成される。

【0031】そして、孔3aの径が0.2μmに狭められたレジストマスク3と堆積物4とをエッチングマスク6にしたエッチングでは、凹部15a底面の直下のSiO<sub>2</sub>層2に入射するプラズマが堆積物4に規制されるため、SiO<sub>2</sub>層2には狭められた孔3aの径とほぼ等しい、すなわち元の孔3aの径よりも小さい0.2μmの径のコンタクトホール15の下部側が形成される。

【0032】実際に、上記した条件でコンタクトホール15の形成を行ったところ、上端の径が0.3μm、下端の径が0.2μmのテーパー状のコンタクトホール15の上部側と、径が0.2μmのコンタクトホール15の下部側とから構成される微細なコンタクトホール15を形成することができた。

【0033】このようなコンタクトホール15は、下部側の径が微細でありながら上部側にはテーパーがついているので、後の埋込み工程では絶縁材料を良好に埋込むことができるものとなる。したがってこの実施例によっても、既存の0.3μmのリソグラフィ技術を用いて、0.2μmクラスまたはそれ以下の微細な径を有し、しかも絶縁材料の埋込み特性を一層向上できるコンタクト

ホール15を形成することができる。

【0034】なお、本実施例では、C4F8ガスからなる堆積性ガスを単独で用いて本発明における第2工程を行ったが、このC4F8ガスにさらにH<sub>2</sub>ガスを添加して第2工程を行うことも可能である。この場合には、前述した課題を解決する手段で記載した理由により、孔の側壁に堆積させる堆積物の厚み方向の方向性を制御することができる。また本実施例はいずれも、通常のSiO<sub>2</sub>のエッチングに準じる形のプロセスのみで構成されているため、再現性または均一性に関しても何等心配のない安定したプロセスである。

【0035】さらに本実施例では、本発明における堆積性ガスとしてC4F8ガスを例にとって説明したが、本発明の下地層としてSiO<sub>2</sub>を用いる場合にはその他にテトラクロロシラン(SiCl<sub>4</sub>)ガスやテトラフルオロシラン(SiF<sub>4</sub>)ガスなどを用いることができる。また、ヘキサフルオロエタン(C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>)ガスやオクタフルオロプロパン(C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>)ガスなどのガス系を用いても同様の効果が得られるのはもちろんである。その他、本発明の主旨に反しない限り、反応条件、装置構成など、適宜変更可能であるのは言うまでもない。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように本発明のコンタクトホールの形成方法は、堆積性ガスのプラズマからの生成物をマスクの孔の側壁に堆積させてその径を狭めることによって該径を決定し、この後にその堆積物と上記マスクとをエッチングマスクにしてエッチングすることから、下地層には狭めた孔の径にはほぼ等しいコンタクトホールを形成できるので、マスクの孔の形成に既存の0.3μmのリソグラフィ技術を用いても、0.2μmクラスまたはそれ以下の径を有する微細なコンタクトホールを形成することができる。

【0037】また本発明の他のコンタクトホールの形成方法は、堆積性ガスのプラズマからの生成物をマスクの孔の側壁に堆積させてその径を狭めることによって該径を決定するとともに、孔の直下の下地層に上方に向かって拡径するテーパー状のコンタクトホールの上部側を形成した後、このマスクを用いてエッチングすることから、下地層にはテーパー状のコンタクトホールの上部側に続いて、狭められた孔の径にはほぼ等しいコンタクトホールの下部側を形成できる。よって、マスクの孔の形成に既存の0.3μmのリソグラフィ技術を用いても、0.2μmクラスまたはそれ以下の径に形成することができるとともに、後の埋込み工程において絶縁材料の埋込み特性を向上できるコンタクトホールを得ることができる。したがって本発明を用いれば、0.2μmクラスまたはそれ以下のデザインルールを有するMOS LSIなどの半導体装置の製造を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す工程図である。

【図2】本発明の他の方法の一実施例を示す工程図である。

【図3】本発明で使用する装置の一例を示す概略構成図である。

【図4】CF系ポリマーの堆積状態を説明する図である。

【図5】本発明の課題を説明する図である。

【符号の説明】

1 基板（基体）

2 SiO<sub>2</sub>層（下地層）

3 レジストマスク

3a 孔

4 堆積物

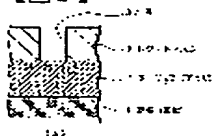
5、15 コンタクトホール

6 エッチングマスク

15a 凹部

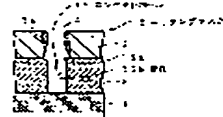
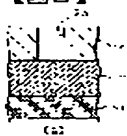
15b 開孔

【図1】



本発明の他の方法の一実施例を示す工程図である。

【図2】



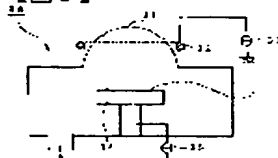
本発明の他の方法の一実施例を示す工程図である。

【図4】



本発明の他の方法の一実施例を示す工程図である。

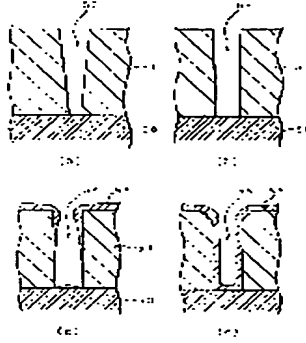
【図3】



本発明の他の方法の一実施例を示す工程図である。



【図5】



特許庁登録第 147, 714 号